

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 9月20日

出願番号

Application Number: 特願2002-275622

[ST.10/C]:

[JP2002-275622]

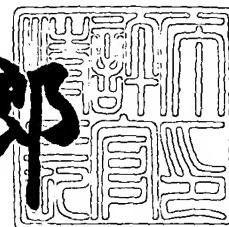
出願人

Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2003年 6月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046405

【書類名】 特許願
 【整理番号】 020513JP
 【提出日】 平成14年 9月20日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 F02N 11/08
 F02D 41/06

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 浅田 俊昭

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 三谷 信一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 辻 公寿

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 日下 康

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 片岡 顕二

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099645

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 晃司

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100104765

【弁理士】

【氏名又は名称】 江上 達夫

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100107331

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 聡延

【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 131913

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の始動方法及び始動装置並びにそれらに用いる始動エネルギーの推定方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の始動に必要な運動エネルギーを目標運動エネルギーとして設定し、所定の始動エネルギー供給手段から、前記目標運動エネルギーに応じて制御されたエネルギーを前記内燃機関に供給することを特徴とする内燃機関の始動方法。

【請求項 2】 前記始動エネルギー供給手段として、第 1 のエネルギー供給手段と、第 2 のエネルギー供給手段とを設け、前記目標運動エネルギーと前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとの差に基づいて前記第 2 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを制御することを特徴とする請求項 1 に記載の始動方法。

【請求項 3】 前記第 1 のエネルギー供給手段は、前記内燃機関の気筒内に燃焼を生じさせて運動エネルギーを供給することを特徴とする請求項 2 に記載の始動方法。

【請求項 4】 内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて、前記第 1 のエネルギー供給手段が生じさせる燃焼エネルギーを演算し、該燃焼エネルギーの演算結果に基づいて前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを推定することを特徴とする請求項 3 に記載の始動方法。

【請求項 5】 前記燃焼エネルギーから前記内燃機関の運動に伴う機械的損失によって消費されるエネルギーを除いた値を前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとして推定することを特徴とする請求項 4 に記載の始動方法。

【請求項 6】 前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張行程にある気筒を判別し、前記第 1 のエネルギー供給手段により、前記膨張行程にある気筒から順次燃焼を生じさせることを特徴とする請求項 3 に記載の始動方法。

【請求項 7】 前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張行程にある気筒を判別し、前記膨張行程にある気筒に対して前記内燃機関の停止中

に燃料を噴射し、その燃料の噴射時期から当該気筒内で燃焼が開始されるまでの燃料混合気の拡散状態を考慮して前記燃焼エネルギーの演算値を変化させることを特徴とする請求項 4 に記載の始動方法。

【請求項 8】 前記第 2 のエネルギー供給手段として、電動モータを使用することを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の始動方法。

【請求項 9】 内燃機関を始動させるための運動エネルギーを供給する始動エネルギー供給手段と、

前記内燃機関の始動時に前記始動エネルギー供給手段から前記内燃機関に与える運動エネルギーを、当該内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして予め設定された目標運動エネルギーに応じて制御するエネルギー制御手段と、
を備えたことを特徴とする内燃機関の始動装置。

【請求項 1 0】 前記始動エネルギー供給手段が第 1 のエネルギー供給手段と第 2 のエネルギー供給手段とを備え、前記エネルギー制御手段は、前記目標運動エネルギーと、前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとの差に基づいて前記第 2 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを制御することを特徴とする請求項 9 に記載の始動装置。

【請求項 1 1】 前記第 1 のエネルギー供給手段は、前記内燃機関の気筒内に燃焼を生じさせて運動エネルギーを供給することを特徴とする請求項 1 0 に記載の始動装置。

【請求項 1 2】 前記エネルギー制御手段は、前記内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて前記第 1 のエネルギー供給手段が生じさせる燃焼エネルギーを演算する手段と、前記燃焼エネルギーの演算結果に基づいて前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを推定する手段とを備えていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の始動装置。

【請求項 1 3】 前記運動エネルギーを推定する手段は、前記燃焼エネルギーから前記内燃機関の運動に伴う機械的損失によって消費されるエネルギーを除いた値を前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとして推定することを特徴とする請求項 1 2 に記載の始動装置。

【請求項 1 4】 前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張

行程にある気筒を判別する手段を備え、前記第 1 のエネルギー供給手段は、前記膨張行程にある気筒から順次燃焼を生じさせることを特徴とする請求項 1 1 に記載の始動装置。

【請求項 1 5】 前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張行程にある気筒を判別する手段と、前記膨張行程にある気筒内へ燃料を噴射する手段とを具備し、前記エネルギー制御手段は、前記膨張行程にある気筒への燃料の噴射時期から当該気筒内で燃焼が開始されるまでの燃料混合気の拡散状態を考慮して前記燃焼エネルギーの演算値を変化させることを特徴とする請求項 1 2 に記載の始動装置。

【請求項 1 6】 前記第 2 のエネルギー供給手段として、電動モータが使用されることを特徴とする請求項 1 0 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の始動装置。

【請求項 1 7】 内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる内燃機関の始動方法において、

前記燃料が噴射された気筒内の燃料混合気の状態に基づいて前記燃料によって得られる燃焼エネルギーを演算する工程と、

前記演算された燃焼エネルギーに基づいて、前記燃焼によって前記内燃機関に与えられる運動エネルギーを推定する工程と、

前記燃焼の開始後に、前記内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして予め与えられる目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分に応じたエネルギーを所定のエネルギー供給手段により供給する工程と、
を備えることを特徴とする内燃機関の始動方法。

【請求項 1 8】 内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる内燃機関の始動装置において、

前記内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして設定された目標運動エネルギーを記憶する手段と、

前記燃料が噴射された気筒内の燃料混合気の状態に基づいて前記燃料によって得られる燃焼エネルギーを演算する手段と、

前記演算された燃焼エネルギーに基づいて、前記燃焼によって前記内燃機関に与えられる運動エネルギーを推定する手段と、

前記燃焼の開始後に、前記記憶された目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分に応じたエネルギーを所定のエネルギー供給手段により供給する手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の始動装置。

【請求項 19】 内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる場合に適用される始動エネルギー推定方法であって、

前記内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて前記燃焼エネルギーを演算し、前記燃焼エネルギーの演算結果に基づいて前記内燃機関の燃焼によって得られる運動エネルギーを推定し、前記内燃機関の始動に必要な運動エネルギーとして予め設定された目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分を、前記内燃機関の燃焼以外の手段によって供給されるべき運動エネルギーとして決定することを特徴とする内燃機関の始動エネルギーの推定方法。

【請求項 20】 内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる内燃機関の始動装置に使用される始動エネルギー推定装置であって、

前記内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして設定された目標運動エネルギーを記憶する手段と、

前記内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて前記燃焼エネルギーを演算する手段と、

前記燃焼エネルギーの演算結果に基づいて、前記内燃機関の燃焼によって得られる運動エネルギーを推定する手段と、

前記目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分を、前記内燃機関の燃焼以外の手段によって供給されるべき運動エネルギーとして決定する手段と、
を備えたことを特徴とする内燃機関の始動エネルギー推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関を始動させる方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

気筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射式の内燃機関を対象とした始動方法として、始動時に膨張行程にある気筒に燃焼を生じさせ、その燃焼で得られるエネルギーを利用して内燃機関の始動を試みるとともに、燃焼開始後の機関回転数に基づいて始動の成否を判定し、始動不良と判断されたときにスタータモータを作動させて始動に必要なエネルギーを補う方法が提案されている（特許文献1参照）。また、かかる始動方法に関連して、停止時に膨張行程にある気筒に燃料を噴射した後、燃料が十分に気化するのを待ってから点火を行う技術も知られている（特許文献2参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開2002-4985号公報

【特許文献2】

特開2000-4929号公報

【特許文献3】

特開平11-159374号公報

【特許文献4】

特開平7-119594号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の始動方法では、内燃機関を始動させるために与えるべき運動エネルギーを燃焼開始前に把握しておらず、燃焼開始後において、始動の成否という観点からエネルギーが足りていたか否かを事後的に判断しているに過ぎない。そして、始動失敗時に起動されるスタータモータのエネルギーも特に制御されていない。従って、内燃機関の始動に必要な運動エネルギーに対して、燃焼やスタータモータによって供給される運動エネルギーに過不足が生じ、始動失敗や過回転が生じる

おそれがある。

【0005】

そこで、本発明は、内燃機関の始動に必要なエネルギーを適切に供給して確実な始動と無駄なエネルギー消費の排除とを実現できる内燃機関の始動方法及び始動装置を提供することを目的とする。また、これらの始動方法及び始動装置に適した始動エネルギー推定方法及び装置を提供することも併せて目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の内燃機関の始動方法は、内燃機関の始動に必要な運動エネルギーを目標運動エネルギーとして設定し、所定の始動エネルギー供給手段から、前記目標運動エネルギーに応じて制御されたエネルギーを前記内燃機関に供給することにより、上述した課題を解決する（請求項1）。

【0007】

この始動方法によれば、予め目標運動エネルギーを設定し、それに合うように始動エネルギー供給手段からエネルギーを供給するようにしたので、始動に際して過不足なく運動エネルギーを内燃機関に与えて内燃機関を確実に始動させることができる。また、エネルギーの無駄な供給を抑え、内燃機関の始動時の過回転を防止して燃費や騒音等の過回転に起因する各種の問題の発生を阻止することができる。

【0008】

本発明の始動方法においては、前記始動エネルギー供給手段として、第1のエネルギー供給手段と、第2のエネルギー供給手段とを設け、前記目標運動エネルギーと前記第1のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとの差に基づいて前記第2のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを制御してもよい（請求項2）。この場合には、まず第1のエネルギー供給手段から主体的にエネルギーが供給され、その差分が第2のエネルギー供給手段から補われる。第2のエネルギー供給手段は差分に相当するエネルギーを与えられる程度でよいので、小型化、軽量化に有利であり、これを車両等に搭載する際の制限も緩和され、コストも低減される。

【0009】

第1及び第2のエネルギー制御手段は適宜に選択してよいが、例えば前記第1の

エネルギー供給手段は、前記内燃機関の気筒内に燃焼を生じさせて運動エネルギーを供給することができる（請求項 3）。

【0010】

そして、燃焼に基づく運動エネルギーを利用する場合には、内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて、前記第 1 のエネルギー供給手段が生じさせる燃焼エネルギーを演算し、該燃焼エネルギーの演算結果に基づいて前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを推定することができる（請求項 4）。内燃機関において発生する燃焼エネルギーは燃料混合気の状態方程式を利用してこれを算出することができる。また、内燃機関の機械的構成は予め判っているもので、内燃機関にて発生する燃焼エネルギーが与えられたならば、これを入力エネルギーとして内燃機関にどのような挙動が発生するかは力学的に解析することができる。そして、内燃機関の挙動が判れば、その内燃機関に与えられた運動エネルギーも力学的な演算によって推定することができる。このようにして運動エネルギーを推定することにより、内燃機関に供給する運動エネルギーを目標運動エネルギーに対して正確に制御することができる。なお、前記燃焼エネルギーから前記内燃機関の運動に伴う機械的損失によって消費されるエネルギーを除いた値を前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとして推定することができる（請求項 5）。機械的損失は、摩擦による損失に代表されるように、内燃機関の機械的構成やその挙動に応じて特定することができる。

【0011】

また、第 1 のエネルギー供給手段として燃焼に基づく運動エネルギーを利用する場合には、前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張行程にある気筒を判別し、前記第 1 のエネルギー供給手段により、前記膨張行程にある気筒から順次燃焼を生じさせてもよい（請求項 6）。これにより、膨張行程にある気筒を始めとして、内燃機関の点火順序に従って各気筒に燃焼が順次生起されて燃焼に基づく運動エネルギーが内燃機関に次々に与えられ、第 2 のエネルギー供給手段から与えられる運動エネルギーを受けながら内燃機関が完爆状態へと円滑に移行する。

【0012】

本発明の始動方法において、内燃機関の燃焼に基づく燃焼エネルギーを演算する

場合には、前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張行程にある気筒を判別し、前記膨張行程にある気筒に対して前記内燃機関の停止中に燃料を噴射し、その燃料の噴射時期から当該気筒内で燃焼が開始されるまでの燃料混合気の拡散状態を考慮して前記燃焼エネルギーの演算値を変化させることが望ましい（請求項 7）。停止中に噴射された燃料の混合気は時間の経過とともに燃焼室外へ徐々に拡散し、拡散が進行するほど燃焼で得られるエネルギーが減少する。従って、燃料噴射から燃焼開始までの拡散状態を考慮して燃焼エネルギーを演算することにより燃焼エネルギーをより正確に求めることができる。拡散状態は例えば燃料噴射時からの経過時間からこれを特定することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の始動方法においては、前記第 2 のエネルギー供給手段として電動モータを使用してもよい（請求項 8）。電動モータを利用すれば比較的容易にエネルギーを制御することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の内燃機関の始動装置は、内燃機関を始動させるための運動エネルギーを供給する始動エネルギー供給手段と、前記内燃機関の始動時に前記始動エネルギー供給手段から前記内燃機関に与える運動エネルギーを、当該内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして予め設定された目標運動エネルギーに応じて制御するエネルギー制御手段とを備えることにより、上述した課題を解決する。

【 0 0 1 5 】

この始動装置によれば、目標運動エネルギーに応じて始動エネルギー供給手段からのエネルギーを制御することにより、本発明の始動方法と同様に、始動に際して過不足なく運動エネルギーを内燃機関に与えて内燃機関を確実に始動させることができる。また、エネルギーの無駄な供給を抑え、内燃機関の始動時の過回転を防止して燃費や騒音等の過回転に起因する各種の問題の発生を阻止することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の内燃機関の始動装置は、上述した本発明の始動方法の好ましい態様を実現するために以下のような態様を備えることができる。

【 0 0 1 7 】

すなわち、本発明の始動装置においては、前記始動エネルギー供給手段が第 1 のエネルギー供給手段と第 2 のエネルギー供給手段とを備え、前記エネルギー制御手段は、前記目標運動エネルギーと、前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとの差に基づいて前記第 2 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを制御してもよい（請求項 1 0）。この場合、前記第 1 のエネルギー供給手段は、前記内燃機関の気筒内に燃焼を生じさせて運動エネルギーを供給してもよい（請求項 1 1）。さらに、前記エネルギー制御手段は、前記内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて前記第 1 のエネルギー供給手段が生じさせる燃焼エネルギーを演算する手段と、前記燃焼エネルギーの演算結果に基づいて前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーを推定する手段とを備えてもよい（請求項 1 2）。前記運動エネルギーを推定する手段は、前記燃焼エネルギーから前記内燃機関の運動に伴う機械的損失によって消費されるエネルギーを除いた値を前記第 1 のエネルギー供給手段から供給される運動エネルギーとして推定してもよい（請求項 1 3）。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の始動装置においては、前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張行程にある気筒を判別する手段を備え、前記第 1 のエネルギー供給手段は、前記膨張行程にある気筒から順次燃焼を生じさせてもよい（請求項 1 4）。前記内燃機関の停止時の状態に基づいて当該停止時に膨張行程にある気筒を判別する手段と、前記膨張行程にある気筒内へ燃料を噴射する手段とを具備し、前記エネルギー制御手段は、前記膨張行程にある気筒への燃料の噴射時期から当該気筒内で燃焼が開始されるまでの燃料混合気の拡散状態を考慮して前記燃焼エネルギーの演算値を変化させてもよい（請求項 1 5）。前記第 2 のエネルギー供給手段として、電動モータが使用されてもよい（請求項 1 6）。

【 0 0 1 9 】

さらに、本発明の内燃機関の始動方法は、内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる内燃機関の始動方法であって、前記燃料が噴射された気筒内の燃料混合気の状態に基づいて前記燃料によって得られる燃焼エネルギーを演

算する工程と、前記演算された燃焼エネルギーに基づいて、前記燃焼によって前記内燃機関に与えられる運動エネルギーを推定する工程と、前記燃焼の開始後に、前記内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして予め与えられる目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分に応じたエネルギーを所定のエネルギー供給手段により供給する工程と、を備えたものとして具現化されてもよい（請求項 1 7）。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の内燃機関の始動装置は、内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる内燃機関の始動装置であって、前記内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして設定された目標運動エネルギーを記憶する手段と、前記燃料が噴射された気筒内の燃料混合気の状態に基づいて前記燃料によって得られる燃焼エネルギーを演算する手段と、前記演算された燃焼エネルギーに基づいて、前記燃焼によって前記内燃機関に与えられる運動エネルギーを推定する手段と、前記燃焼の開始後に、前記記憶された目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分に応じたエネルギーを所定のエネルギー供給手段により供給する手段と、を備えたものとして具現化されてもよい（請求項 1 8）。

【 0 0 2 1 】

これらの形態によれば、内燃機関の燃焼によって与えられる運動エネルギーの目標運動エネルギーに対する差分をスタータモータ等の別のエネルギー供給手段から補うことにより、内燃機関に始動用の運動エネルギーを過不足なく与えて内燃機関を確実に始動させ、かつ内燃機関の始動時の過回転を防止して燃費や騒音等の過回転に起因する各種の問題の発生を阻止することができる。

【 0 0 2 2 】

さらに、本発明の始動エネルギー推定方法は、内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる場合に適用される始動エネルギー推定方法であって、前記内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて前記燃焼エネルギーを演算し、前記燃焼エネルギーの演算結果に基づいて前記内燃機関の燃焼

によって得られる運動エネルギーを推定し、前記内燃機関の始動に必要な運動エネルギーとして予め設定された目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分を、前記内燃機関の燃焼以外の手段によって供給されるべき運動エネルギーとして決定するものである（請求項 19）。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の始動エネルギー推定装置は、内燃機関の停止中に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関を始動させる内燃機関の始動装置に使用される始動エネルギー推定装置であって、前記内燃機関を始動させるために必要な運動エネルギーとして設定された目標運動エネルギーを記憶する手段と、前記内燃機関の気筒内における燃料混合気の状態を表す物理量に基づいて前記燃焼エネルギーを演算する手段と、前記燃焼エネルギーの演算結果に基づいて、前記内燃機関の燃焼によって得られる運動エネルギーを推定する手段と、前記目標運動エネルギーと、推定された運動エネルギーとの差分を、前記内燃機関の燃焼以外の手段によって供給されるべき運動エネルギーとして決定する手段と、を備えたものである（請求項 20）。

【 0 0 2 4 】

これらの推定方法及び推定装置を利用することにより、内燃機関の燃焼によって得られる始動用の運動エネルギーの目標運動エネルギーに対する差分を特定し、スタータモータ等のエネルギー供給手段から、過不足なくエネルギーを与えて本発明の始動方法又は始動装置を実現することができる。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の一実施形態に係る始動装置とこれが適用される内燃機関とを示している。図 1 において、内燃機関 1 は、例えば自動車に搭載される 4 サイクルエンジンとして構成されており、複数のシリンダ（気筒）2 を含んでいる。なお、図 1 では単一のシリンダ 2 のみを示すが、他のシリンダ 2 の構成も同じである。以下の説明では、内燃機関 1 をエンジン 1 と表現することがある。

【 0 0 2 6 】

各シリンダ 2 におけるピストン 3 の位相はシリンダ 2 の個数及びレイアウトに

応じて互いにずらされている。例えば、4つのシリンダ2が一方向に並べられた直列4気筒エンジンであれば、ピストン3の位相はクランク角にして180°ずつずらされている。これにより、4つのシリンダ2のうちいずれか一つのシリンダ2は必ず膨張行程に該当する。また、エンジン1は、燃料噴射弁4からシリンダ2内の燃焼室5に直接燃料を噴射し、その噴射された燃料に基づく混合気に点火プラグ6から着火する筒内噴射式の火花点火内燃機関として構成されている。燃料噴射弁4から噴射される燃料にはガソリンが好適に用いられるが、他の燃料でもよい。さらに、エンジン1には、燃焼室5と吸気通路7及び排気通路8との間をそれぞれ開閉する吸気バルブ9及び排気バルブ10が設けられるとともに、各バルブ9、10を駆動するカム11、12、吸気通路7からの吸気量を調整するスロットルバルブ13、ピストン3の往復運動をクランク軸14に回転運動として伝達するコンロッド15及びクランクアーム16が設けられる。これらの構成は周知の内燃機関と同様でよい。

【0027】

エンジン1には、これを始動させるためのエネルギーを供給する始動エネルギー供給手段として、シリンダ2内に燃焼を生じさせて始動用の運動エネルギーを供給する手段（第1のエネルギー供給手段）が設けられている。この燃焼に基づくエネルギー供給手段は、エンジンコントロールユニット（ECU）20が図2及び図3に示したエンジン休止制御ルーチンを実行することにより実現される。また、エンジン1には、別のエネルギー供給手段（第2のエネルギー供給手段）としてスタータモータ17が設けられている。スタータモータ17は、減速歯車機構18を介してクランク軸14を回転させる周知の電動モータである。なお、スタータモータ17は、供給する電流又は電圧の制御により、エンジン1に与える運動エネルギーを変更可能なものが用いられる。例えば、PWM制御により運動エネルギーを制御可能な電動モータをスタータモータ17として用いることができる。

【0028】

ECU20はマイクロプロセッサ、及びその動作に必要なRAM、ROM等の周辺装置を含んだコンピュータとして構成され、ROMに記録されたプログラムに従ってエンジン1の運転状態を制御するために必要な各種の処理を実行する。

一例として、ECU 20 は、吸気通路 7 の圧力に対応した信号を出力する吸気圧センサ 21 や、排気通路 8 の空燃比に対応した信号を出力する空燃比センサ 22 の出力信号を参照して、所定の空燃比が得られるように燃料噴射弁 4 の燃料噴射量を制御する。ECU 20 が参照するセンサとしては、上記のセンサ 21, 22 の他にも種々設けられるが、特に図 2 及び図 3 の処理に関連して参照されるセンサとしては、燃焼室 5 の圧力に応じた信号を出力する圧力センサ 23 と、燃焼室 5 の温度に応じた信号を出力する温度センサ 24 と、クランク軸 14 の位相（クランク角）に応じた信号を出力するクランク角センサ 25 と、吸気側のカム 11 の位相（カム角）に応じた信号を出力するカム角センサ 26 とが設けられている。

【0029】

次に、図 2 及び図 3 に示すエンジン休止制御ルーチンを説明する。この休止制御ルーチンは、エンジン 1 に関する所定の停止条件が満たされたときにエンジン 1 の燃焼を一時的に停止させ、所定の再起動条件が満たされたときにエンジン 1 を再起動させるために ECU 20 が実行する処理であり、その再起動時の手順に関して本発明の始動方法が適用されている。なお、図 2 及び図 3 のエンジン休止制御ルーチンは、ECU 20 が実行する各種の処理と並行して実行される。エンジン 1 の停止条件及び再起動条件は、図 2 及び図 3 のルーチンとは異なるルーチンによってその成否が監視されており、停止条件が満たされると所定の停止要求が発せられ、再起動条件が満たされると所定の再起動要求が発せられる。停止条件は例えばエンジン 1 がアイドリング状態にあるときに肯定され、再起動条件はそのアイドリング状態から車両の発進に関連する操作、例えばアクセルペダルやクラッチペダルの踏み込み操作、変速機の操作等があったときに肯定される。つまり、図 2 及び図 3 のエンジン休止制御ルーチンは、車両の停止時にエンジン 1 を停止させ、発進前にエンジン 1 を再起動させる、いわゆるアイドリングストップを実現するための制御として位置付けられるものである。

【0030】

図 2 のエンジン休止制御ルーチンにおいて、ECU 20 はまずステップ S1 でエンジン 1 の停止要求があるか否かを判断する。要求がなければステップ S20

でエンジン 1 の通常の制御を指示してステップ S 1 に戻り、エンジン停止要求を待つ。エンジン停止要求があるとステップ S 2 へ進み、エンジン 1 を停止させるための制御を実行する。エンジン 1 が停止するとステップ S 3 へ進み、クランク角センサ 2 5 及びカム角センサ 2 6 のそれぞれの出力信号を参照してクランク角 θ 及び吸気側のカム角 ϕ をそれぞれ検出し、それらの検出結果から膨張行程にあるシリンダ 2 を判別する。

【 0 0 3 1 】

続くステップ S 4 では、圧力センサ 2 3 及び温度センサ 2 4 の出力信号を参照して燃焼室 5 の圧力（燃焼室圧力） P 、及び燃焼室 5 の温度（燃焼室温度） T を取得する。また、クランク角 θ から燃焼室 5 の容積（燃焼室容積） $V(\theta)$ を取得する。燃焼室 5 の容積は、ピストン 3 の位置、シリンダ 2 の直径及びピストン 3 の頂面形状等に応じて定まるが、ピストン 3 の位置以外の値はクランク角 θ に拘わりなく一定であり、ピストン 3 の位置はクランク角 θ に応じて一義的に定まる。従って、燃焼室 5 の容積はクランク角 θ を変数とする関数で表現することができ、その関数にクランク角センサ 2 5 の出力信号に基づいて取得したクランク角 θ を代入すれば燃焼室容積 $V(\theta)$ を求めることができる。

【 0 0 3 2 】

その後、ステップ S 5 で膨張行程にあるシリンダ 2 に吸入されている空気量 G_a を次式（1）により算出する。

【 0 0 3 3 】

【数 1】

$$G_a = a \cdot P \cdot V(\theta) / T \quad \dots\dots (1)$$

但し、 a は係数である。また、上記の通り、 P 、 T はそれぞれ燃焼室圧力及び燃焼室温度である。

【 0 0 3 4 】

次のステップ S 6 では、吸入空気量 G_a に所定の係数 b を乗じて再起動用燃料噴射量 $G_f (= b \cdot G_a)$ を算出する。そして、ステップ S 7 において、算出された量 G_f の燃料を、ステップ S 3 で判別した膨張行程にあるシリンダ 2 内に再起動用燃料として噴射する。この後、ステップ S 8 で点火インターバル t_0 を計

時するためのカウンタをスタートさせる。なお、ステップ S 6 で使用される係数 b は始動時における空燃比の目標値に従って設定すればよい。

【 0 0 3 5 】

続くステップ S 9 では、圧力センサ 2 3 及び温度センサ 2 4 の出力信号を参照して燃焼室圧力 P 及び燃焼室温度 T を取得し、クランク角センサ 2 5 の出力信号を参照して燃焼室容積 $V(\theta)$ を取得する。これらの値は、燃焼室 5 における燃料混合気の状態を示す物理量である。

【 0 0 3 6 】

また、ステップ S 9 においては、点火インターバル t_0 の計数値に基づいて混合気拡散係数 $c(t_0)$ を取得する。図 4 に示すように、混合気拡散係数 $c(t_0)$ は点火インターバル t_0 を変数とする関数として与えられるものであり、燃料噴射時 ($t_0 = 0$) から所定の時間 A が経過した時点でピーク値 1 をとり、その後は 1 から 0 に向かって徐々に値が低下する。混合気拡散係数 $c(t_0)$ は、燃料混合気が時間の経過とともに燃焼室 5 外へ徐々に拡散し、その結果として、燃焼エネルギー (燃焼によって得られるエネルギー) が減少するため、これを燃焼エネルギーの演算において反映させるために設けられた係数である。所定時間 A までは係数 $c(t_0)$ が増加するのは、噴射された燃料が気化して燃料混合気が形成されるまでに一定の遅れが存在するためである。但し、時間 A は一般には数十 m 秒、最大でも 1 秒以内である。

【 0 0 3 7 】

点火インターバル t_0 と混合気拡散係数 $c(t_0)$ との関係は予めシミュレーション又は実験にて求め、マップ又は関数として ECU 2 0 の ROM に記録しておくことができる。ステップ S 9 ではその ROM に記録されたマップ又は関数を利用して、点火インターバル t_0 に対応する混合気拡散係数 $c(t_0)$ を取得する。

【 0 0 3 8 】

次のステップ S 1 0 では、ステップ S 7 で噴射した燃料に基づく燃焼エネルギー $E_c(t_0)$ を次式 (2) により算出する。

【 0 0 3 9 】

【数 2】

$$E_c(t_0) = c(t_0) \cdot P \cdot V(\theta) / T \quad \dots\dots (2)$$

続くステップ S 1 1 では、燃焼エネルギー $E_c(t_0)$ に基づいてクランク軸 1 4 に与えられる運動エネルギー $E_a(t_1)$ を推定する。推定手法については後述する。なお、 t_1 は点火時からの経過時間であり、運動エネルギー $E_a(t_1)$ は点火時からの経過時間の関数として運動エネルギー E_a を表していることを示す。運動エネルギー $E_a(t_1)$ の推定後はステップ S 1 2 へ進み、エンジン 1 の再起動が要求されたか否かを判断する。そして、再起動が要求されていないときはステップ S 9 へ戻り、燃料混合気の状態の判別と、その判別結果に基づく燃焼エネルギー $E_c(t_0)$ の演算と、それに基づく運動エネルギー $E_a(t_1)$ の推定とを繰り返す。

【0 0 4 0】

ここで、運動エネルギー $E_a(t_1)$ の推定について説明する。任意の期間に発生する燃焼エネルギーを E_c 、クランク軸 1 4 の回転運動エネルギーを E_a とすれば両者の間には次の関係がある。

【0 0 4 1】

【数 3】

$$E_c = E_f + E_a \quad \dots\dots (3)$$

但し、 E_f はエンジン 1 の動作に伴う機械的損失、例えば摩擦による損失によって消費されるエネルギーであり、クランク軸 1 4 の回転数（回転速度） N_e の関数として特定される。回転数 N_e と損失エネルギー E_f との関係は予めシミュレーション又は実験により求めておくことができる。また、燃焼エネルギー E_c と、そのエネルギー E_c に基づくクランク軸 1 4 の挙動との関係もシミュレーションによって特定でき、そのクランク軸 1 4 の挙動が判れば燃焼エネルギー E_c とクランク軸 1 4 の回転数 N_e との関係も特定することができる。従って、点火時における燃焼エネルギー $E_c(t_0)$ が与えられたならば、これに対応する損失エネルギー E_f を特定し、その特定したエネルギー E_f を燃焼エネルギー $E_c(t_0)$ から減算することにより、最初の燃焼に基づいてクランク軸 1 4 に与えられる運動エネルギー E_a を求めることができる。

【0042】

また、内燃機関1の始動が開始された後は、シリンダ2の点火順序に従って他のシリンダ2にも順次燃焼が生起される。従って、2番目以降の燃焼によって得られるエネルギーも同様の手法、つまり各シリンダ2における燃料混合気の状態を示す物理量 P 、 $V(\theta)$ 、 T によって各シリンダ2における燃焼エネルギー E_c を特定し（但し、この場合には連続した燃焼となるので、混合気拡散係数を考慮する必要はない。）、各回の燃焼で得られる燃焼エネルギー E_c に対応したクランク軸14の運動エネルギー E_a を求めることができる。そして、各回の燃焼に基づく運動エネルギー E_a を点火時からの経過時間 t_1 に対応付けて合計することにより、エンジン1の燃焼によってもたらされるクランク軸14の運動エネルギー E_a を経過時間 t_1 と関連付けた関数 $E_a(t_1)$ として得ることができる。

【0043】

図5は上記に従って運動エネルギー $E_a(t_1)$ を推定した例を示し、図中の太線が最初の燃焼エネルギー $E_c(t_0)$ に基づく運動エネルギーの推定値に対応している。この図から明らかなように、シリンダ2で燃焼が生じる毎に燃焼エネルギーが追加されて運動エネルギーの推定値 $E_a(t_1)$ は増加するが、燃焼の間では機械的損失のために運動エネルギー $E_a(t_1)$ が低下する。一方、エンジン1を円滑に始動させるためには、図5に示したように点火時から連続的に増加し、所定レベルで平衡状態に達するような目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ を必要とする。目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ はエンジン1の機械的特性等によって定まり、予めシミュレーションや実験によってこれを求めておくことができる。一般に、運動エネルギーの推定値 $E_a(t_1)$ は、機械的損失等のために目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ よりも相対的に小さく、従って、仮にエンジン1の燃焼のみで始動を試みた場合には図5のハッチング領域に相当するだけ運動エネルギーが不足する。

【0044】

そこで、図2及び図3のエンジン休止制御ルーチンでは、図5のハッチング領域に相当するエネルギーをスタータモータ17から補うことにより、目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ を得るようにしている。

【0045】

すなわち、図 2 のステップ S 1 2 においてエンジンの再起動が要求されていた場合、ECU 2 0 は図 3 のステップ S 1 3 へと処理を進め、点火インターバルカウンタをリセットするとともに点火カウンタによる経過時間 t_1 の計時を開始する。そして、ステップ S 1 4 で膨張行程にあるシリンダ 2 の燃料混合気に対する点火を実行し、ステップ S 1 5 で次式により点火カウンタの経過時間 t_1 に応じたスタートアシストエネルギー $E_s(t_1)$ を算出する。

【0046】

【数 4】

$$E_s(t_1) = E_t(t_1) - E_a(t_1) \quad \dots\dots (4)$$

つまり、経過時間 t_1 における目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ に対する運動エネルギー $E_a(t_1)$ の差分をスタートアシストエネルギー $E_s(t_1)$ として求める。なお、目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ は ECU 2 0 の ROM に予め記憶され、必要に応じて参照される。

【0047】

続くステップ S 1 6 では、スタータモータ 1 7 からクランク軸 1 4 に対してスタートアシストエネルギー $E_s(t_1)$ を供給できるようにスタータモータ 1 7 を駆動制御する。そして、ステップ S 1 7 でエンジン 1 が継続して燃焼を続けられる完爆状態が得られたか否かを判断し、完爆状態でなければステップ S 1 5 へ戻ってスタートアシストエネルギー $E_s(t_1)$ の算出以下の処理を繰り返す。完爆状態か否かは、例えばクランク角センサ 2 5 が検出するクランク角の変動によって判別することができる。そして、完爆状態が得られるとステップ S 1 8 へ進んで点火カウンタをリセットし、その後にステップ S 1 へ戻る。

【0048】

以上のように、本実施形態によれば、エンジン 1 が始動する際に必要な運動エネルギーが目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ として予め設定され、その目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ と燃焼によって得られる運動エネルギー $E_a(t_1)$ との差分に相当するスタートアシストエネルギー $E_s(t_1)$ がスタータモータ 1 7 からエンジン 1 に供給される。従って、エンジン 1 には目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ が過不足なく供給され、エンジン 1 を無駄なく円滑に始動させることができる。

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態によれば、予め目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ を把握しており、しかも、燃焼によって得られる運動エネルギーについてもその範囲が予想できるため、スタータモータ 17 から与えるべきエネルギーについてもこれを事前に大まかに把握することができる。従って、不必要に大きなスタータモータ 17 を搭載する必要がなく、スタータモータ 17 の搭載に関する制限が緩和され、かつスタータモータ 17 に関するコストも低減される。つまり、従来の方法では始動に必要なエネルギーを何ら把握せず、結果的にエネルギーが不足するときにスタータで補うだけなので、どの程度のエネルギーをスタータから補うべきかが把握されておらず、スタータに余裕を見込んで大出力のものをを用いる必要があった。これに比して本実施形態ではスタータモータ 17 の適正なサイズが予想できるので、従来と比較してスタータモータの小型軽量化を図ることができる。

【 0 0 5 0 】

以上の実施形態では、ECU 20 が、エネルギー制御手段、燃焼エネルギーを演算する手段、運動エネルギーを推定する手段、及び膨張行程にある気筒の判別手段として機能する。また、ECU 20 が膨張行程にあるシリンダ 2 に対応する燃料噴射弁 4 に対して燃料噴射を指示することにより、燃料を噴射する手段が実現される。さらに、ECU 20 の ROM が、目標運動エネルギーを記憶する手段として機能する。

【 0 0 5 1 】

目標運動エネルギーは様々な観点からこれを定めることができる。一例として、エンジン 1 の完爆状態が得られる理論的な最小運動エネルギーとして目標運動エネルギーを定めることができる。この場合には始動時に消費するエネルギーを最小限に抑えることができるので、アイドリングストップを実行する場合のようにエンジン 1 の停止及び再起動が頻繁に繰り返されるような場合に好適である。

【 0 0 5 2 】

但し、本発明の始動方法はアイドリングストップ時における再起動に限定されず、例えばイグニッションキーのオン操作に対応した始動時にもこれを適用できる。なお、目標運動エネルギーを理論上の最小値に設定した場合には、乗員がエン

ジン 1 の始動に気付かないほど始動時の騒音や振動が小さくなり、そのためにエンジン 1 の始動に失敗したものと誤解するおそれがある。このような懸念があるときは、目標運動エネルギーを理論上の最小値よりも意図的に大きく設定し、乗員がエンジン 1 の始動を確実に感じ取れるようにしてもよい。

【0053】

その他にも、内燃機関と電動モータとを併用するハイブリッド車両におけるエンジンの再起動時等、内燃機関を始動させるあらゆる場合に本発明は適用できる。

【0054】

上記の実施形態では第 2 のエネルギー供給手段として電動モータを利用したが、本発明ではこれに限らず、種々の装置を第 2 のエネルギー供給手段として利用してもよい。例えば、第 2 のエネルギー供給手段として、始動制御の対象となる内燃機関とは別の内燃機関を利用してもよいし、空気圧等の流体の圧力によってエネルギーを蓄え、始動時にその蓄えたエネルギーを放出する装置を利用してもよい。

【0055】

上記の実施形態では、燃焼室内の燃料混合気の状態を表す物理量として燃焼室圧力 P 及び燃焼室温度 T をそれらに対応するセンサ 23, 24 によって直接的に検出しているが、本発明はこのような態様に限定されない。例えば、燃焼室圧力や燃焼室温度に相関する物理量（エンジン冷却水の水温やエンジン停止時からの経過時間）を検出し、それらの物理量からマップや関数を利用して燃料混合気の状態を特定してもよい。

【0056】

さらに、上記の実施形態では、第 1 のエネルギー供給手段がエンジン 1 のシリンダ 2 内に燃焼を生じさせて運動エネルギーを供給するようにしたが、第 1 のエネルギー供給手段についても別の手段を利用してもよい。また、上記では、第 1 のエネルギー供給手段から供給する運動エネルギーが目標運動エネルギーに対して不足する場合について説明したが、第 1 のエネルギー供給手段から供給するエネルギーが目標運動エネルギーを超えているときに第 2 のエネルギー供給手段から負の運動エネルギーを供給して（つまり、クランク軸の回転に対する抵抗を与えて）、エネルギーの合計

値を目標運動エネルギーに合わせる場合も本発明の範囲に含まれる。

【0057】

さらに、本発明は複数のエネルギー供給手段を備えている例に限定されず、単一のエネルギー供給手段であっても、予め設定されている目標運動エネルギーに合わせてエネルギー供給手段から供給するエネルギーを制御することにより本発明を実現することができる。

【0058】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の始動方法及び始動装置によれば、予め目標運動エネルギーを設定し、それに合うようにエネルギーを供給するようにしたので、始動に際して過不足なく運動エネルギーを内燃機関に与えて内燃機関を確実に始動させ、かつ無駄なエネルギー消費を排除して内燃機関の始動時の過回転を防止し、燃費や騒音等の過回転に起因する各種の問題の発生を阻止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係る始動装置とこれが適用される内燃機関との構成を示す図。

【図2】

図1のECUが実行するエンジン休止制御ルーチンの手順を示すフローチャート。

【図3】

図2に続くフローチャート。

【図4】

図2の処理で参照される混合気拡散係数を示す図。

【図5】

目標運動エネルギーと運動エネルギーの推定値との関係を示す図。

【符号の説明】

- 1 エンジン（内燃機関）
- 2 シリンダ（気筒）

3 ピストン

1 7 スタータモータ (第 2 のエネルギー供給手段)

2 0 E C U

2 1 吸気圧センサ

2 2 空燃比センサ

2 3 圧力センサ

2 4 温度センサ

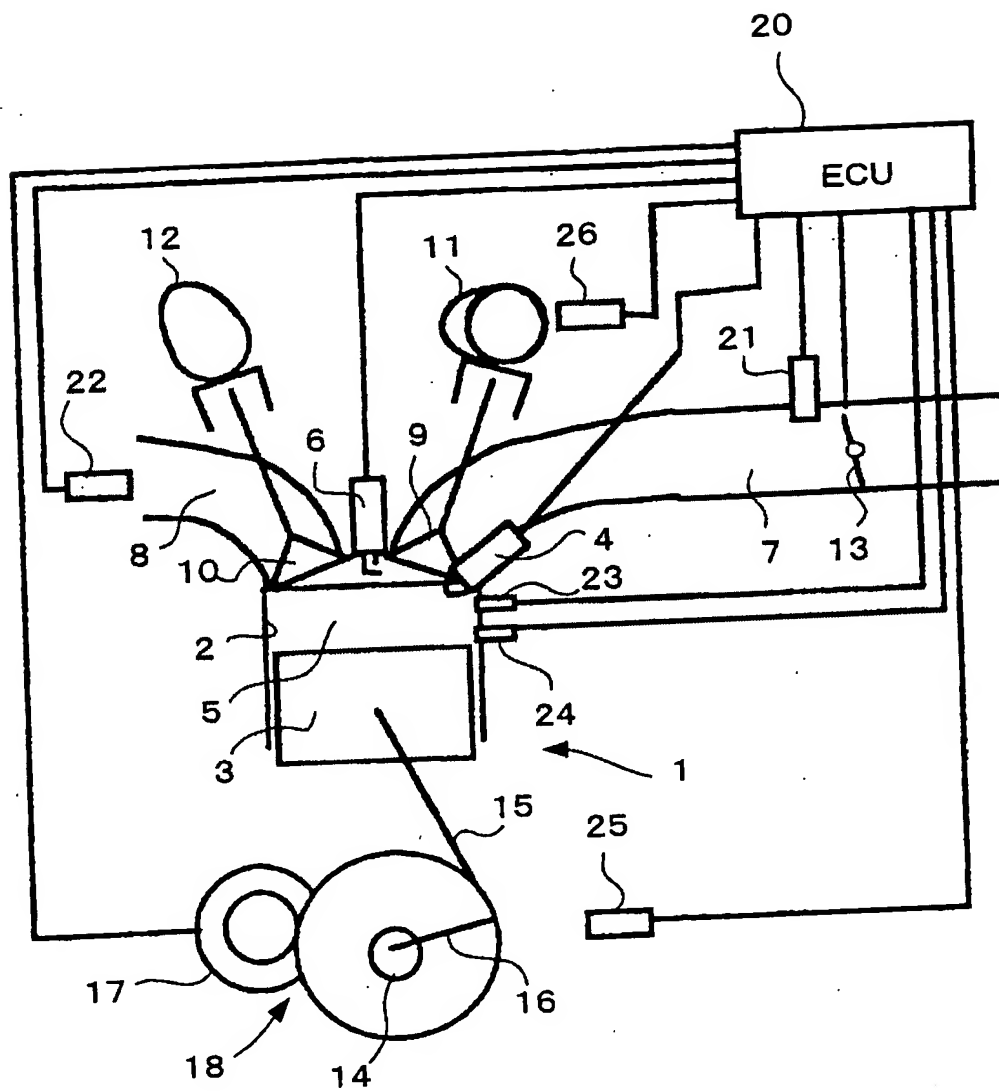
2 5 クランク角センサ

2 6 カム角センサ

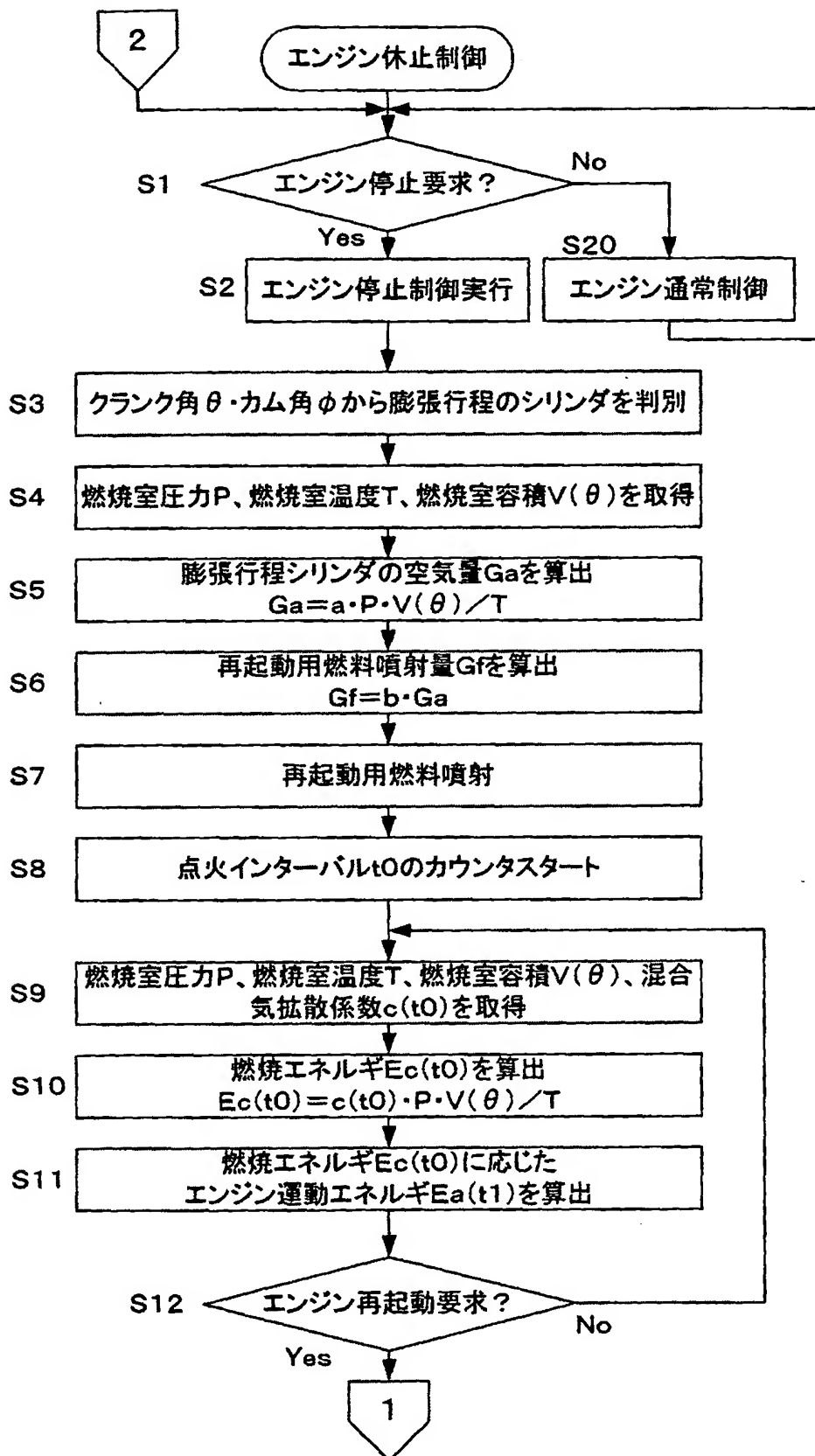
【書類名】

図面

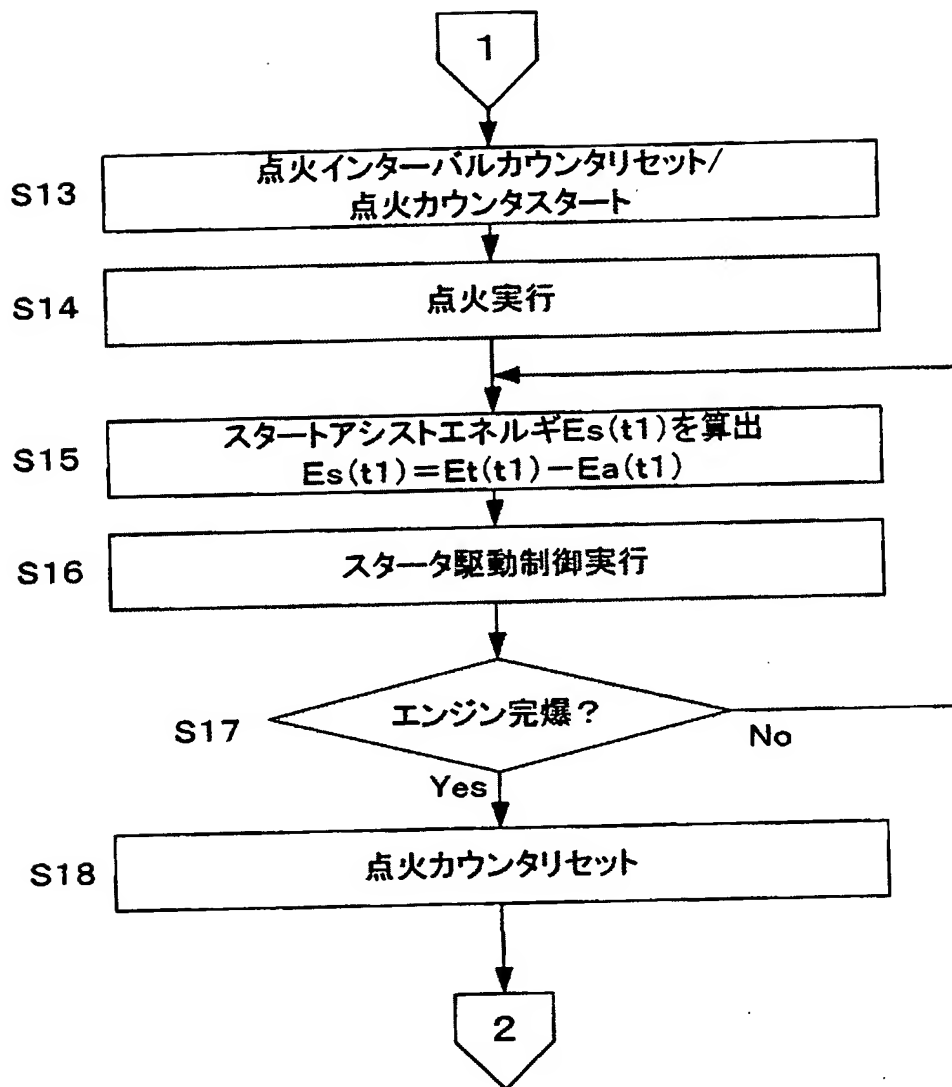
【図 1】



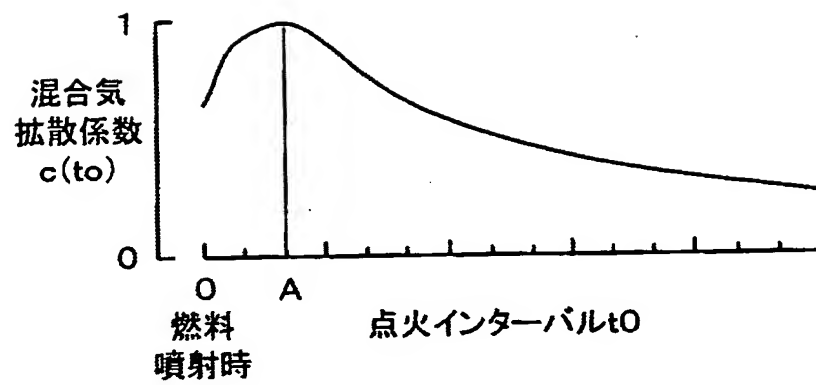
【図 2】



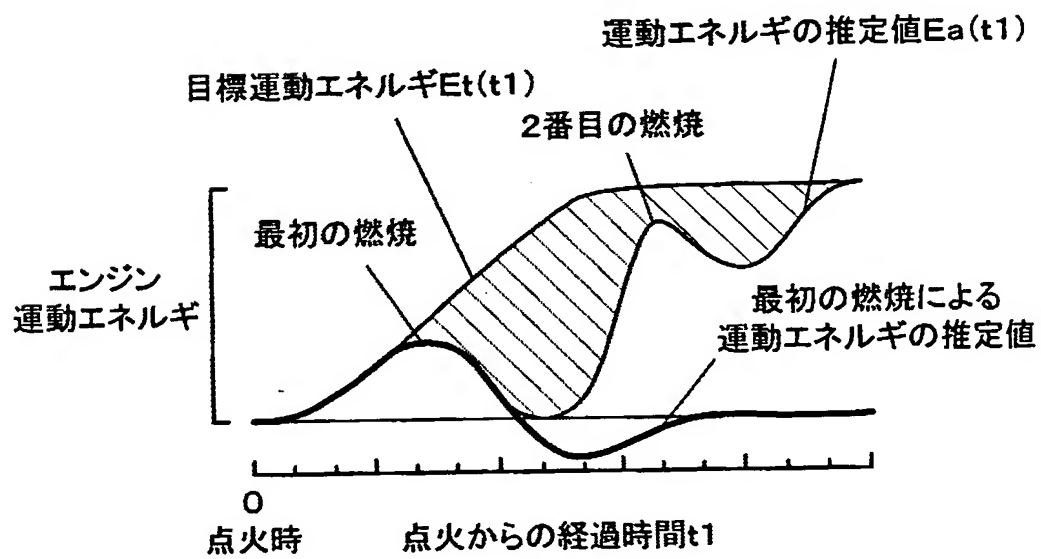
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関の始動に必要なエネルギーを適切に供給して確実な始動と無駄なエネルギー消費の排除とを実現できる内燃機関の始動方法を提供する。

【解決手段】 内燃機関 1 の停止中に膨張行程にある気筒 2 内に燃料を噴射し、その燃料の燃焼によって得られる燃焼エネルギーを利用して内燃機関 1 を始動させる始動方法において、燃料が噴射された気筒 2 内の燃料混合気の状態に基づいて、燃料によって得られる燃焼エネルギー $E_c(t_0)$ を演算し、その演算された燃焼エネルギーに基づいて、燃焼によって内燃機関 1 に与えられる運動エネルギー $E_a(t_1)$ を推定する。燃焼の開始後に、内燃機関 1 を始動させるために必要な運動エネルギーとして予め与えられる目標運動エネルギー $E_t(t_1)$ と、推定された運動エネルギー $E_a(t_1)$ との差分に応じたエネルギー $E_s(t_1)$ をスタータモータ 17 により供給する。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社